

模块化建筑单元吊装施工误差控制方法

张 化

青岛中科坤泰装配建筑科技有限公司 山东青岛

【摘要】模块化建筑单元吊装施工是一项复杂的工程任务，涉及多个工序和环节，且对施工误差的控制要求极高。为确保吊装施工的精度，减少由于误差导致的质量问题，需要采取有效的误差控制方法。本研究重点探讨了模块化建筑单元吊装过程中的误差来源及其控制策略，提出了一种基于数据监测和精准定位技术的误差控制方法。通过对吊装过程中的位置误差、角度误差及偏差累积现象进行分析，结合先进的传感技术和自动化控制系统，本文提出了具有针对性的解决方案。通过科学的施工计划和高精度的设备配合，能够显著降低施工误差，提升工程质量和安全性，为模块化建筑的推广应用提供了理论依据和技术支持。

【关键词】模块化建筑；吊装施工；误差控制；精准定位；施工技术

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.202500093

Methods for controlling hoisting construction errors of modular building units

Hua Zhang

Qingdao Zhongke Kuntai Assembly Building Technology Co., Ltd., Qingdao, Shandong

【Abstract】 The hoisting construction of modular building units is a complex engineering task involving multiple processes and links, with extremely high requirements for the control of construction errors. To ensure the precision of hoisting construction and reduce quality problems caused by errors, it is necessary to adopt effective error control methods. This study focuses on exploring the sources of errors and their control strategies in the hoisting process of modular building units, and proposes an error control method based on data monitoring and precise positioning technology. By analyzing the position errors, angle errors, and deviation accumulation phenomena during the hoisting process, and combining advanced sensing technologies and automated control systems, this paper puts forward targeted solutions. Through scientific construction planning and the cooperation of high-precision equipment, construction errors can be significantly reduced, and the engineering quality and safety can be improved, providing a theoretical basis and technical support for the popularization and application of modular buildings.

【Keywords】 Modular building; Hoisting construction; Error control; Precise positioning; Construction technology

引言

模块化建筑因其快速建造、节能环保等优点，逐渐成为现代建筑工程中的一种重要发展趋势。吊装施工作为模块化建筑中的关键环节，对其精度要求极高，任何微小的误差都可能影响整个建筑的质量与安全。当前，传统的吊装技术在误差控制方面存在一定的局限性，尤其是在复杂的施工环境中，如何有效地避免误差成为制约施工质量的瓶颈。探索和研究模块化建筑单元吊装施工中的误差控制方法显得

尤为重要。本文通过分析误差产生的原因，提出了一套基于现代技术的误差控制策略，旨在为提升模块化建筑吊装施工的精度和效率提供实践指导，推动模块化建筑技术的进一步应用与发展。

1 模块化建筑单元吊装误差的来源分析

模块化建筑单元吊装过程中，误差来源可分为多种因素，主要包括施工工艺、设备精度和环境条件等。在施工工艺方面，由于模块化建筑单元的吊装通常需要在较短的时间内完成，施工人员的操作技能

和经验差异,可能导致吊装精度的误差。这些误差不仅体现在单元的垂直度和水平度上,还可能涉及到吊装过程中模块的对接问题,尤其是在高层建筑中更为明显。施工过程中,吊装设备的调整、操作指令的传递等环节都可能出现一定的偏差,导致最终单元位置的误差,进而影响整个建筑的结构稳定性。

吊装设备本身的精度对误差的产生也起到了决定性作用。现有的吊装设备多采用机械臂和吊绳系统,而这些设备在使用过程中可能由于磨损、老化等原因导致精度下降。尤其是在吊装过程中的吊臂运动、吊带的松紧度等方面,都会产生一定程度的误差。设备本身的负载能力和吊装方式的选择也可能导致误差的积累,进而影响建筑单元的安装精度^[1]。环境因素也是误差产生的重要来源。吊装作业通常是在露天进行,风速、温度、湿度等气象条件都会对施工精度产生直接影响。强风和气流的变化可能导致吊装单元发生位移,增加控制的难度。建筑现场的地形地貌、地下水位以及周围建筑物的干扰也可能对吊装的准确性产生影响。综合考虑这些因素,对于准确分析和控制误差至关重要。

2 基于数据监测的误差控制技术研究

现代传感技术和信息化手段的快速发展使得基于数据监测的误差控制方法在模块化建筑单元吊装中得到了广泛应用。通过实时采集吊装过程中的各项数据,可以准确判断误差的来源,并及时进行必要的调整。这些数据采集工具包括高精度激光测距仪、全站仪等先进设备,能够精确测量吊装单元的具体位置、角度和方向。这为误差控制提供了可靠的数据支持,尤其是在吊装的准备阶段,这些技术能够确保吊装精度,为后续的操作打下良好的基础。基于传感器的数据采集系统不仅能监控吊装位置,还能追踪设备的运行状态,如负荷、吊臂角度等关键信息,为精准控制提供全方位的数据保障。

通过无线网络传输,将这些实时采集的数据送入中心控制系统,利用大数据分析和智能算法对吊装过程中的误差进行深入预测和修正。借助机器学习技术,系统能够建立误差趋势模型,并提前预判潜在的误差。系统对误差的智能预测使得在实际操作中能够采取有效的纠偏措施,迅速调整吊装作业方向,防止误差积累或扩大。这种方法不仅能提高吊装精度,还能够增强施工人员的应对能力。在面对意外情况时,工作人员可以迅速做出反应,通过实时反馈

信息调整操作步骤,从而确保施工的顺利进行,并显著提升施工效率和质量。

数据监测技术在吊装过程中还可以实时监控建筑单元的稳定性。通过将传感器直接安装在建筑单元上,施工团队能够实时获取关键的几何参数,如水平度、垂直度等指标。这些实时数据能够反映建筑单元在吊装过程中的姿态变化。如果发现单元的参数超出预设范围,系统会立即发出警报,提示施工人员进行必要的调整^[2]。通过这种方式,监控系统能够及时识别吊装过程中可能出现的不稳定因素,避免其进一步影响建筑单元的安装质量。此技术显著提升了吊装过程的精度,确保了整个施工过程的安全性和可靠性,为解决吊装误差问题提供了强有力的技术保障。

3 精准定位与自动化控制在吊装施工中的应用

精准定位技术和自动化控制技术是提升模块化建筑单元吊装施工精度的关键技术之一。在现代吊装施工中,通过精确的定位系统,可以实现对建筑单元位置的实时监控和调整。利用全球定位系统(GPS)和高精度地面测量设备,可以在吊装过程中准确把握建筑单元的位置,确保单元在吊装过程中的偏差控制在最小范围内。激光扫描和激光追踪技术可以帮助施工人员实时测量建筑单元与安装位置的偏差,从而为精确吊装提供数据支持。

自动化控制技术在吊装中的应用也日益普及。通过自动化控制系统,可以实现吊装设备的精确控制,避免人为因素的干扰。智能化的吊装系统可以根据实时数据自动调整吊装路径和角度,确保建筑单元在吊装过程中始终保持正确的位置和姿态。与传统人工操作相比,自动化控制技术不仅提高了施工效率,还极大地减少了误差的产生。自动化技术还能够在吊装过程中实时检测吊装单元的受力情况,及时发现潜在的危险因素,从而有效提高施工的安全性。

自动化技术的应用不仅限于提升吊装精度,还能够实现对整个吊装过程的全程监控。通过在吊装作业中引入高精度的数据采集和处理系统,施工团队可以实时监控每个环节的状态,获得关于吊装设备、操作环境、施工进度等各方面的详细信息。这使得施工人员能够迅速识别潜在问题或异常情况,及时采取有效措施进行调整或纠正,防止小误差累积成重大问题^[3]。如果吊装设备的某个参数超出预定范围,系统会自动报警,提醒操作人员进行调整,避免误差扩大或设备故障。通过这种高效且全面的监控方

式,施工误差得以减少,工程质量和效率得到显著提高。自动化技术因此成为现代吊装施工中不可或缺的关键技术,提升了整个工程的安全性和可靠性。

4 误差控制方法的实施效果与优化建议

模块化建筑单元吊装误差控制方法已显示出显著成效,尤其在减少施工误差方面取得了显著进展。通过集成数据监测技术、精准定位设备以及自动化控制系统,吊装过程中的误差得到了有效控制。使用高精度传感器进行吊装过程中位置和角度的实时监测,能够精确到毫米级,极大提高了吊装精度。实时数据不仅能为施工人员提供关键反馈,还能在必要时启动纠偏机制,减少人为操作的误差。这一方法的实施大大提升了施工效率和施工安全,尤其是在高难度施工场景中,能够确保模块化单元的正确对接与位置精度。

在实施过程中,仍然存在一些亟待优化的环节。虽然数据采集和监测技术已经有所发展,但在复杂施工环境中,传感器的稳定性仍然面临一定挑战。尤其在恶劣气候条件或高湿度环境下,传感器的精度可能受到影响,导致数据的不准确。这种误差可能会被放大,影响吊装精度。必须加强传感器的研发,特别是提高其抗干扰能力,保证其在多种环境下的稳定性和精确度。通过采用更加先进的传感器技术,能够在复杂环境下仍保持较高的测量精度,从而进一步提升整个施工过程的可控性。

自动化控制技术为误差控制提供了巨大的潜力,然而高昂的成本和技术门槛限制了其普及。现有的自动化控制系统虽然能够显著提高吊装精度,但在实施中需要高昂的设备投资和技术培训,这对于一些中小型建筑项目来说可能无法承受。随着技术的不断进步,自动化控制设备的成本有望逐渐降低,技术难度也会逐步减小。届时,自动化技术将能够更广泛地应用于建筑吊装作业中,提升施工效率和安全性。尽管目前普及受到制约,但随着相关技术的成熟,自动化控制将在未来成为标准配置,进一步提升模块化建筑施工的精度和效率。

尽管目前模块化建筑单元吊装的误差控制方法取得了显著成效,但在技术和实际应用上仍存在一定的优化空间。为了进一步提高吊装精度并减少施工误差,必须加强数据监测技术的研发,特别是在提升传感器的稳定性和抗干扰能力方面。传感器的精度和可靠性直接影响到吊装作业的精度,因此在复杂的施工环境中,传感器技术的提升至关重要^[4-8]。

随着自动化控制技术的不断成熟和成本的降低,自动化设备的普及将进一步提高施工精度和效率。这些技术的结合,不仅可以提高吊装施工的整体质量和安全性,还能解决一些目前面临的难题,为模块化建筑的广泛应用提供坚实的技术支撑。

5 结语

综上所述,模块化建筑单元吊装施工中的误差控制是确保施工质量和安全的关键环节。通过引入先进的技术,如数据监测、精准定位、自动化控制和环境因素监测,可以显著提高吊装精度,减少误差的发生。尽管目前已取得一定的成效,但在技术应用和成本优化方面仍有待进一步提升。随着技术的发展,未来吊装施工中的误差控制将更加精准、高效,推动模块化建筑的广泛应用。通过不断创新和完善控制方法,我们可以确保建筑工程的高质量和高安全性,进而为现代建筑行业的发展提供坚实的技术支持。

参考文献

- [1] 钟旭,陈浩,王霄翔,等.基于单元刚度贡献的新型模块建筑结构设计方法[J/OL].工业建筑,1-16[2025-07-10].
- [2] 马欣伯.模块建筑助力打造“中国建造”升级版[J].建设科技,2024,(24):1.
- [3] 陈浩,钟旭,王霄翔,等.基于稀疏框架的模块建筑平立面设计及现场安装方案[J].绿色建筑,2024,(06):14-20+68.
- [4] 赵伟.冷弯钢框架建筑体系模块化构建及其结构选型研究[D].西藏大学,2024.
- [5] 陈浩,黄伟,王霄翔.湖南建投集团钢结构模块建筑嵌入式箱框组合结构体系技术创新与实践[J].施工企业管理,2024,(02):82-84.
- [6] 刘富强.基于价值工程的钢结构模块建筑设计评价与优化策略[D].北京建筑大学,2023.
- [7] 金鉴,贺晓,魏文豪,等.数据中心模块化建造中的模块运输安全性问题[J].邮电设计技术,2022,(12):23-28.
- [8] 郑钰丰.装配式木结构模块建筑建构策略研究[D].天津大学,2022.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS